



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 31 261 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 L 29/14
H 04 L 12/56
H 04 L 1/16

⑲ Aktenzeichen: 197 31 261.6
⑳ Anmeldetag: 21. 7. 97
㉓ Offenlegungstag: 28. 1. 99

DE 197 31 261 A 1

⑦① **Anmelder:**
Walke, Bernhard, Prof. Dr.-Ing, 52146 Würselen, DE;
Hettich, Andreas, 52062 Aachen, DE

⑦② **Erfinder:**
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren und Protokoll zur gesicherten Übertragung von Datenpaketen über eine fehlerbehaftete Übertragungsstrecke mit Reihenfolgesteuerung**

⑤⑦ Gegenstand der Erfindung ist, ein neues Verfahren und Protokoll für die sichere, in der Reihenfolge gesteuerte Übertragung von Datenpaketen anzugeben, das im Vergleich zu bekannten Verfahren eine beliebige Steuerung der Reihenfolge der Übertragung von Datenpaketen, sowie eine beliebige Steuerung der Anzahl der Übertragungswiederholungen in Abhängigkeit von externen oder internen Parametern erlaubt.

Das neue Verfahren und Protokoll ist dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolgesteuerung im Falle der Anzeige eines Übertragungsfehlers die Reihenfolge der zu übertragenden Datenpakete neu festlegen kann, indem die zu wiederholenden Datenpakete der Reihenfolgesteuerung erneut zur Verfügung gestellt werden.

Praktische Einsatzfelder solcher Netze können u. a. sein:

- lokale Netze für die Daten- und Multimediakommunikation,
- Zugangsnetze zu Telekommunikationsnetzen,
- stadtweite Netze zur Verbindung von ortsfesten und mobilen Teilnehmern,
- Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Mehrpunkt Richtfunksysteme.

DE 197 31 261 A 1

Beschreibung

1 Stand der Technik und Merkmale der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Protokoll zur gesicherten Übertragung von Datenpaketen über eine fehlerbehaftete Übertragungsstrecke mit Reihenfolgesteuerung nach Patentanspruch 1. Praktische Einsatzfelder können u. a. sein:

Drahtlose und kabelgebundene

- lokale Netze für die Daten- und Multimediakommunikation,
- Zugangsnetze zu Telekommunikationsnetzen,
- stadtweite Netze zur Verbindung von ortsfesten und mobilen Teilnehmer-Terminals,
- Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Mehrpunkt Richtfunksysteme.

Es ist bekannt, daß bei der Übertragung von Datenpaketen über eine fehlerbehaftete Übertragungsstrecke ein Sicherungsprotokoll verwendet werden muß [1], [2]. Bekannte Protokolle zur gesicherten Übertragung von Daten basieren auf Übertragungswiederholungen, die vom Empfänger beim Sender explizit oder implizit angefordert werden (Automatic Repeat Request (ARQ) Protokolle). Es gibt eine Vielzahl verschiedener Variationen dieser Protokolle [3-5].

Das neue Verfahren basiert auf dem Go Back N Protokoll [1], wie es im HDLC-Protokoll ISO 7776 und IFU-T X.25 LAP-B vorgesehen ist, wenn ein Übertragungsfehler empfangsseitig festgestellt wurde.

Weiterhin ist bekannt, daß bei der Übertragung konkurrierender Datenpakete eine Reihenfolgesteuerung eingesetzt werden muß (Scheduling Verfahren [2]). Diese beiden Verfahren (ARQ und Scheduling) beeinflussen sich aber gegenseitig in ungünstiger Weise.

Gegenstand der Erfindung ist, ein neues Verfahren und Protokoll für die sichere, in der Reihenfolge gesteuerte Übertragung von Datenpaketen anzugeben, das

- eine beliebige Steuerung der Reihenfolge der Übertragung von Datenpaketen erlaubt,
- eine beliebige Steuerung der Anzahl der Übertragungswiederholungen in Abhängigkeit von externen oder internen Parametern zuläßt,
- eine unterschiedliche Behandlung verschiedenartiger Datenpakete bezüglich ihrer Zahl an Übertragungswiederholungen und ihrer Übertragungsverzögerung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das angegebene Verfahren und Protokoll nach Patentanspruch 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche beinhalten vorteilhafte Ausführungen bzw. Weiterentwicklungen der Erfindung. Die Erfindung wird im folgenden weiter erläutert.

2 Probleme und Lösungen

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, daß entweder die Reihenfolgesteuerung eines ISO/OSI Schicht 2 Sicherungsprotokolls aufgrund erforderlicher Übertragungswiederholungen die Reihenfolge zu übertragender Datenpakete nicht frei bestimmen kann und deshalb die Dienstgüteparameter nicht genügend flexibel beeinflussen kann, oder das Sicherungsprotokoll aufgrund der von der Steuerung veränderten Reihenfolge der Datenpakete nicht korrekt arbeitet.

Bei üblichen Sicherungsprotokollen erhalten Datenpakete

sendeseitig bei der erstmaligen Übertragung eine Laufnummer, die auch für die fehlerbedingte, wiederholte Übertragung beachtet wird und die Reihenfolge bezüglich anderer zu übertragender Datenpakete endgültig festlegt. Insbesondere ist es nicht möglich, auf die wiederholte Übertragung eines Datenpaketes zu verzichten, z. B. um die Belastung der Übertragungsstrecke zu verringern oder weil das Datenpaket zu spät ankommen würde und nachfolgende Datenpakete weiter verzögern würde. Um ein Datenpaket nicht wiederholt zu übertragen sondern zu verwerfen, d. h. nicht weiter für eine Übertragung zu berücksichtigen, muß die Reihenfolgesteuerung die Laufnummern aller nicht positiv bestätigten Datenpakete berücksichtigen und die Laufnummern noch zu übertragenden Datenpakete neu zuweisen können.

Dieses Problem wird durch das im Patentanspruch 1 aufgeführte Verfahren gelöst, indem im Falle der Anzeige eines Übertragungsfehlers die zu wiederholenden Pakete der Reihenfolgesteuerung erneut zur Verfügung gestellt werden.

In Abb. 1 ist im oberen Teil die Reihenfolgesteuerung mit Wartepuffer 1 dargestellt, wobei jeweils das auf Platz 1 wartende Datenpaket als nächstes übertragen wird und alle noch wartenden Datenpakete von Platz i auf Platz (i-1) nachrücken. Neue Datenpakete werden entsprechend ihrer Priorität auf einen entsprechenden Platz im Wartepuffer 1 eingeordnet und zur Übertragung an das ARQ Protokoll weitergereicht (Bildmitte). Beim Einordnen von Datenpaketen in den Wartepuffer 1 auf einen Platz i werden eventuell auf Platz i und i+j (j=1, 2, 3, ...) wartende Datenpakete auf die Plätze (i+1) und i+1+j entsprechend der untereinander festgelegten Reihenfolge verschoben. Übertragene Datenpakete werden im Wartepuffer 2 für nicht quittierte Datenpakete gespeichert, bis eine positive Quittung eintrifft und sie gelöscht werden, oder bis fehlerhaft übertragene Datenpakete aus Wartepuffer 2 in den Wartepuffer 1 eingeordnet oder verworfen werden.

Beim Empfang einer negativen Quittung werden die fehlerhaft empfangenen, zu wiederholenden Datenpakete aus Wartepuffer 2 erneut der Reihenfolgesteuerung zur Verfügung gestellt (grauer Pfeil in Abb. 1). Die Reihenfolgesteuerung kann nun unabhängig vom ARQ Protokoll die Reihenfolge der Übertragung durch einordnen auf einen entsprechenden Platz neu festlegen und dabei insbesondere auch Datenpakete verwerfen, d. h. nicht erneut zur Übertragung vorsehen sondern löschen.

Anstelle der prioritätsgerechten Einordnung von Datenpaketen in Wartepuffer 1 durch verschieben usw. können auch Zeiger eingesetzt werden, die für jedes Datenpaket Vorgänger und Nachfolger festlegen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß Datenpakete mit fester oder variabler Länge, gleicher oder unterschiedlicher Wichtigkeit, gleicher oder unterschiedlicher Dringlichkeit auch im Falle von Übertragungsfehlern in der von der Steuerung festgelegten Reihenfolge übertragen werden, ohne die Aufgabe der Übertragungssicherung zu beeinträchtigen. Darin enthalten ist die Möglichkeit, die Anzahl der Übertragungswiederholungen nach beliebigen Verfahren zu steuern und wahlweise zu übertragende Datenpakete zu verwerfen. Das neue Verfahren benötigt keine Anpassung der Reihenfolgesteuerung an das jeweilige Sicherungsprotokoll. Ebenso muß die Reihenfolgesteuerung nicht an das Sicherungsprotokoll angepaßt werden.

Die Vorteile des neuen Verfahrens werden beispielhaft in zwei Protokollabläufen in Abb. 2 und Abb. 3 dargestellt. In beiden Abbildungen verläuft die Zeitachse von links nach rechts. In der ersten Zeile sind jeweils die Ankunftszeitpunkte von erstmals zu übertragenden neuen Datenpaketen

dargestellt. In der Bildmitte ist der Ablauf eines Go Back N Protokolls dargestellt, im unteren Teil ist der Ablauf mit dem neuen Verfahren dargestellt. Für fehlerfrei empfangene Datenpakete ist die Quittung an den Sender weggelassen, für fehlerhaft empfangene Datenpakete schickt der Empfänger eine negative Quittung NAK an den Sender.

In Abb. 2 gibt es zwei Arten von Datenpaketen, lange und kurze. Die Reihenfolgesteuerung bevorzugt in diesem Beispiel kurze Datenpakete. Es ist deutlich zu erkennen, daß nur bei Anwendung des neuen Verfahrens im dargestellten Beispiel die kurzen Datenpakete immer bevorzugt übertragen werden und deshalb eine kürzere Übertragungszeit benötigen.

In Abb. 3 gibt es drei Arten von Datenpaketen mit jeweils gleicher Länge. Hier bevorzugt die Reihenfolgesteuerung hellgraue Datenpakete vor dunkelgrauen und diese vor schwarzen Datenpaketen. In diesem Beispiel wird deutlich, daß mit herkömmlichen Verfahren die gewünschte Reihenfolge nicht immer erreicht wird, da beim Go Back N Verfahren in der Bildmitte die dunklen Datenpakete vor den hellen beim Empfänger ankommen. Das neue Verfahren stellt dahingegen die gewünschte Reihenfolge her.

Anwendungsbereiche des neuen Verfahrens:

- 1) Alle Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Mehrpunkt Übertragungsstrecken, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine fehlergesicherte Übertragung von Datenpaketen notwendig machen.
- 2) Verbindungsorientierte Dienste über eine Strecke nach 1), für die ein Löschen fehlerhaft übertragener Datenpakete beim Sender vorteilhaft ist, z. B. echtzeitorientierte Dienste wie Telefonie oder Videokonferenz.
- 3) Verbindungslose Dienste über eine Strecke nach 1), die eine uneingeschränkte Reihenfolgesteuerung der Datenpakete benötigen, z. B. TCP/IP.
- 4) Multiplexverbindungen nach 2) oder 3), wobei die einzelnen Verbindungen oder Bündel von Verbindungen unterschiedliche Anforderungen an die Dienstgüte haben (wie Übertragungsverzögerung, Schwankung der Übertragungsverzögerung, usw.), so daß eine Reihenfolgesteuerung notwendig oder vorteilhaft ist, z. B. das Multiplexen von ATM Verbindungen über ein optisches, Funk- oder Infrarot Medium.

3 Literatur

- [1] Bertsekas D. und Gallager R., "Data Networks", Prentice Hall, 1987
- [2] Tanenbaum A.S., "Computer Networks", Prentice Hall, 1988
- [3] International Standards Organization (ISO), "Information processing systems - Local area networks - Part 2: Logical link control", ISO 8802-2, 1990
- [4] Xie H., Narasimhan P., Yuan R. und Raychaudhuri D., "Data Link Control Protocols for Wireless ATM Access Channels", in Proceedings of the IEEE International Conference on Universal Personal Communications (ICUPC), Seite 753-757, 1995
- [5] Petras D., Hettich A. und Krämling A., "Performance Evaluation of a Logical Link Control Protocol for an ATM air interface", in Proceedings of the seventh IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Seite 908-913, 1996.

Patentansprüche

1. Verfahren und Protokoll zur gesicherten Übertra-

gung von Datenpaketen über eine fehlerbehaftete Übertragungsstrecke mit Reihenfolgesteuerung, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolgesteuerung im Falle der Anzeige eines Übertragungsfehlers die Reihenfolge der zu übertragenden Datenpakete neu festlegen kann, indem die zu wiederholenden Datenpakete der Reihenfolgesteuerung erneut zur Verfügung gestellt werden.

2. Verfahren, Protokolle und Einrichtungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ATM-Zellen, X.25 Pakete, Frame Relay Pakete und jede andere Art paketierter Daten (fester oder variabler Länge) übertragen werden.

3. Verfahren nach 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolgesteuerung aufgrund statischer oder dynamisch durch die Netzverwaltung festgelegter Parameter entscheidet, daß einzelne fehlerhaft übertragene Datenpakete nicht wiederholt übertragen sondern verworfen werden.

4. Verfahren nach 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihenfolgesteuerung aufgrund der verbindungspezifisch vereinbarten Dienstgüte entscheidet, welche wiederholt zu übertragenden Datenpakete in welcher Reihenfolge übertragen werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Reihenfolgesteuerung

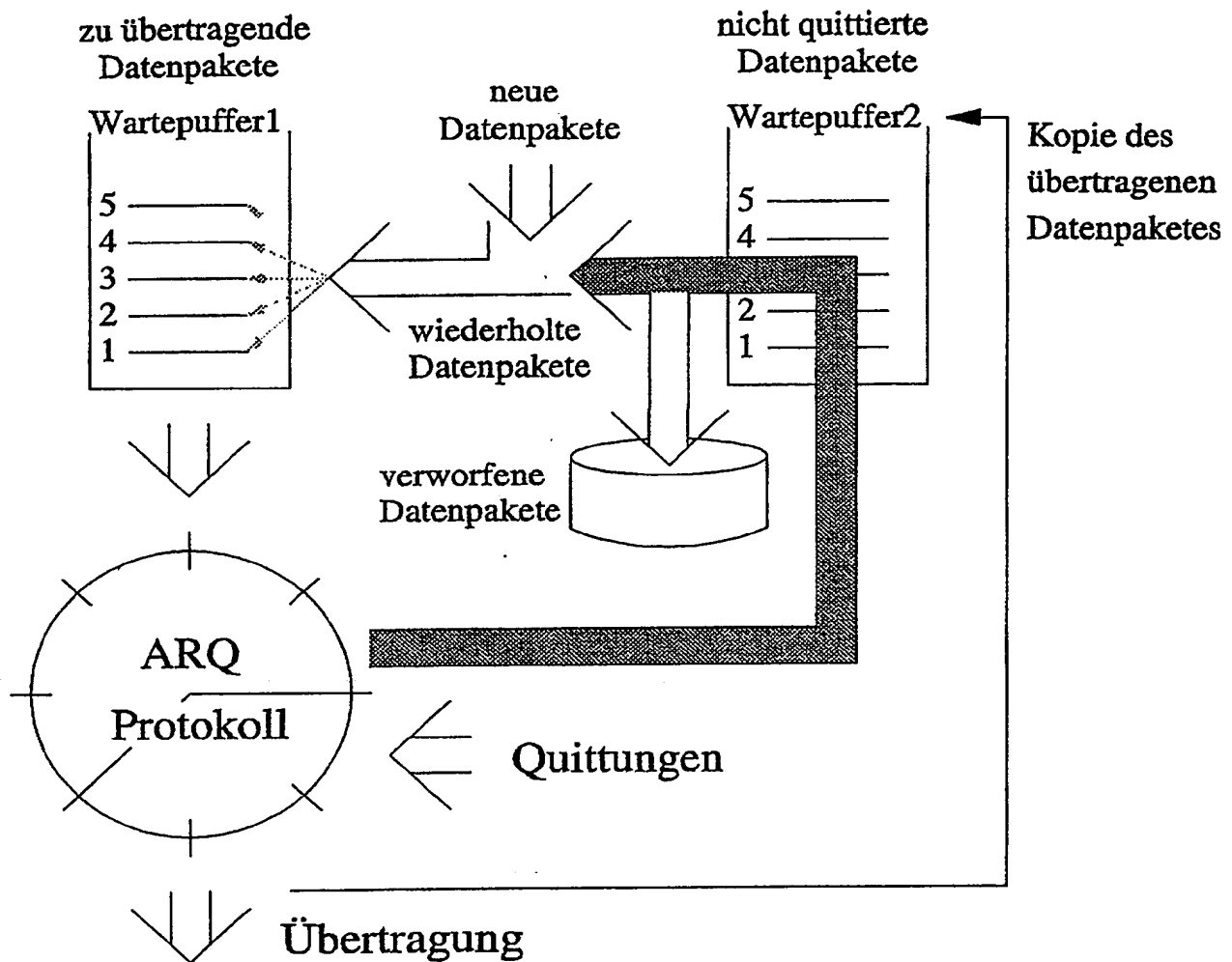


Abbildung 1: Prinzipielle Darstellung der Rückkoppelung von zu wiederholenden Datenpaketen in einem Go Back N ARQ Protokoll mit Reihenfolgesteuerung nach dem neuen Verfahren

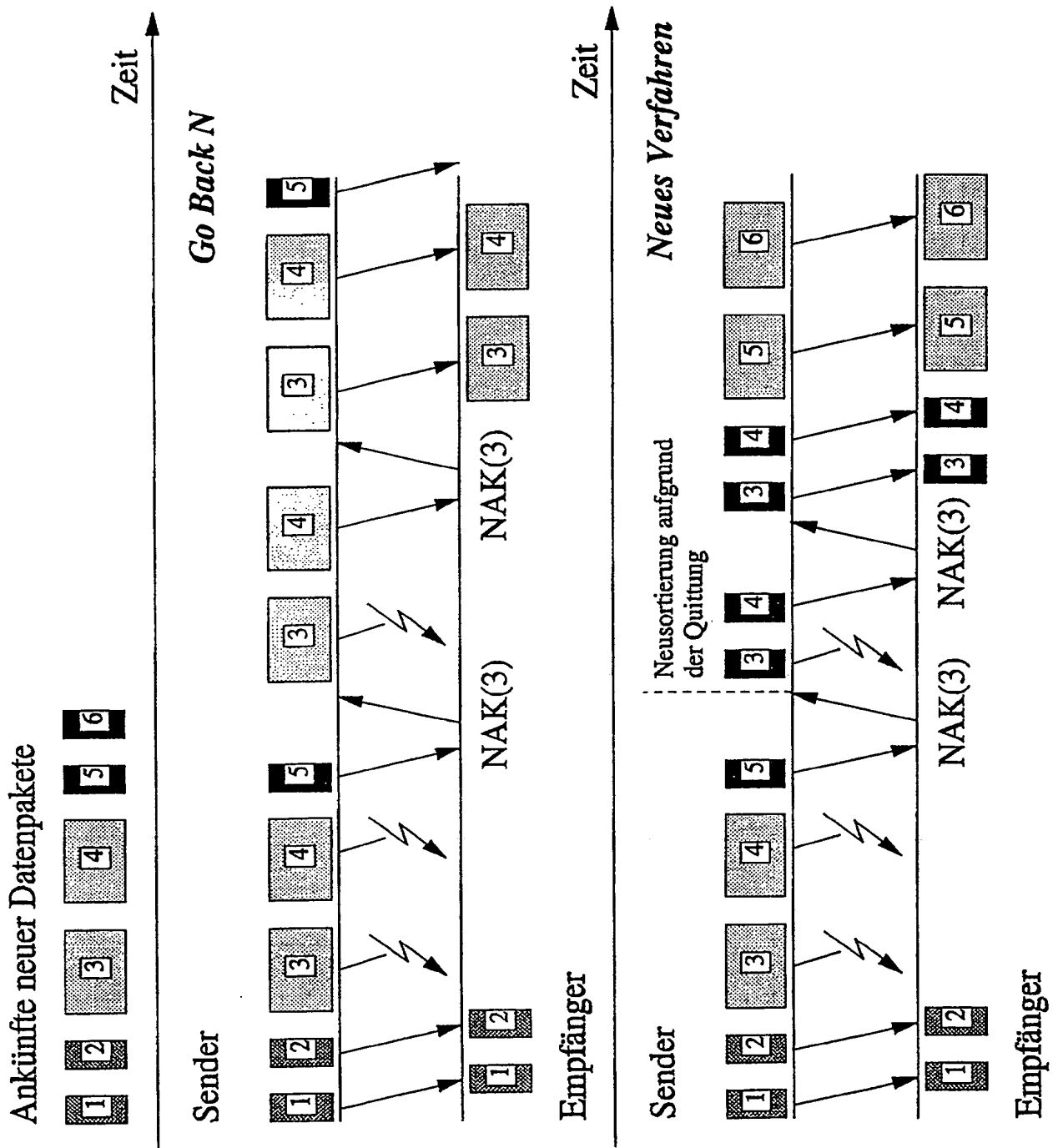


Abbildung 2: Beispiel für den zeitlichen Ablauf der Paketübertragung beim Go Back N und beim neuen Verfahren von Datenpaketen mit unterschiedlichen Längen. Kurze Pakete werden bevorzugt.

NAK(3) = negative Quittung für Datenpaket 3

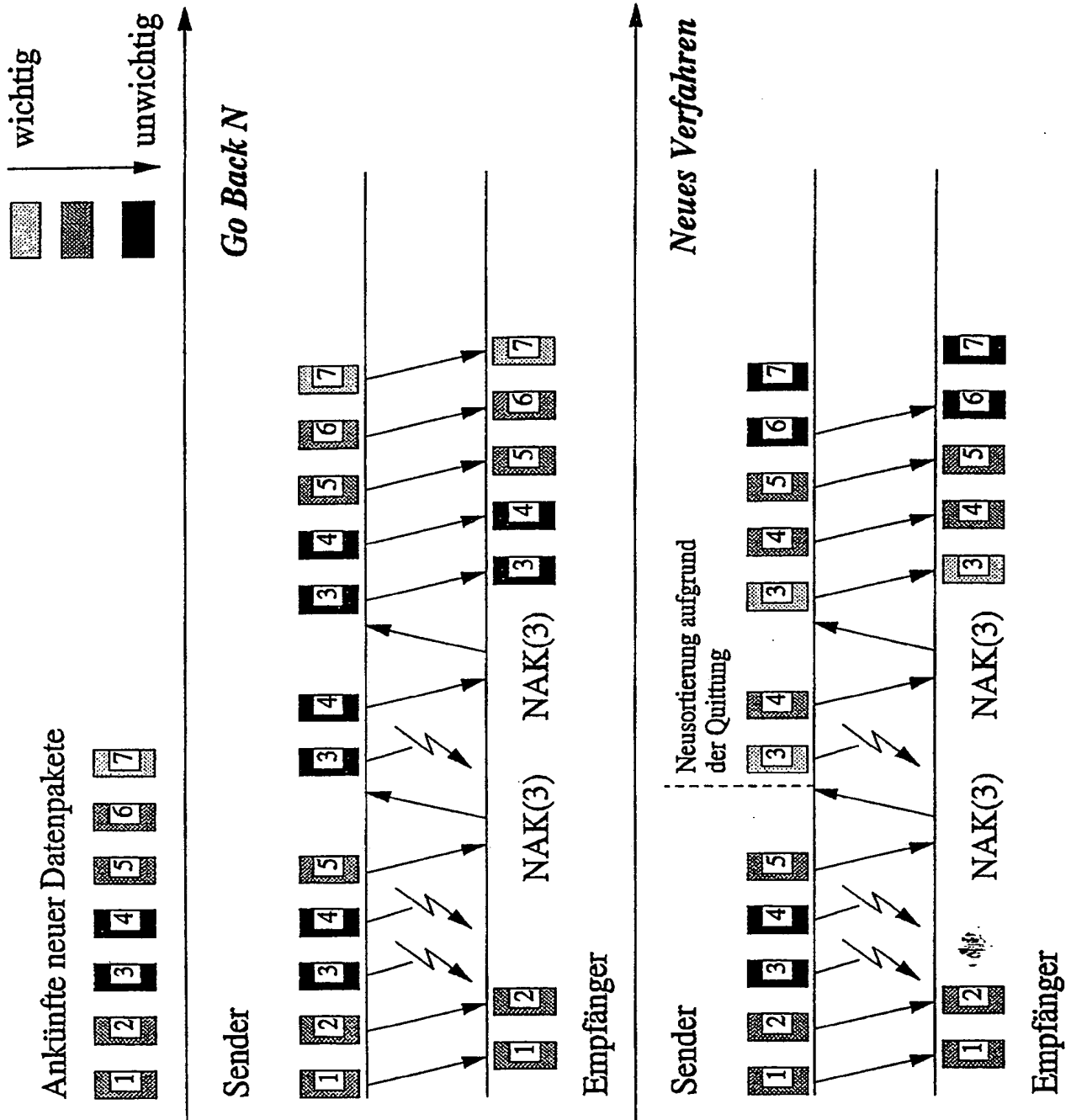


Abbildung 3: Beispiel für den zeitlichen Ablauf der Paketübertragung beim Go Back N und beim neuen Verfahren von Paketen mit unterschiedlichen Prioritäten (hellgrau > dunkelgrau > schwarz)

NAK(3) = negative Quittung für Datenpaket 3